



災害対応に要する時間の推定モデルとその適用性

著者	照沼 利浩
発行年	2017
学位授与大学	筑波大学 (University of Tsukuba)
学位授与年度	2016
報告番号	12102甲第8176号
URL	http://hdl.handle.net/2241/00148010

氏名	照沼 利浩		
学位の種類	博 士（環境学）		
学位記番号	博 甲 第 8176 号		
学位授与年月日	平成 29年 3月 24日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	災害対応に要する時間の推定モデルとその適用性		
主査	筑波大学教授	博士（農学）	西本 晴男
副査	筑波大学教授	工学博士	宮本 邦明
副査	筑波大学准教授	博士（農学）	堀田 紀文
副査	筑波大学准教授	博士（学術）	秋山 一弥
副査	国立研究開発法人土木研究所 上席研究員	博士（農学）	水野 秀明

論 文 の 要 旨

豪雨や地震といった突発的な自然現象が深層崩壊を引き起こすと、河道が土砂で閉塞し、天然ダムが形成される。このような事態が生じると、行政機関は河川を流れる水の湛水による浸水の被害や天然ダムの決壊による土砂・洪水氾濫による災害を軽減するための対策を講じなければならない。重機による土砂の排出や堰堤、堤防の建設といったハードな対策は効果的ではあるが、時間を要する。そのため、行政機関は、被害を受ける可能性のある時期と場所の特定による警戒避難体制の確立、避難場所の開設と運営、生活の支援等のソフトな対策を短時間で実施しなければならない。この災害対応をより短時間で完了させるためには効率的な人員配置が重要であり、人員配置を検討する際には、災害対応に要する時間をあらかじめ推定する必要がある。その際、災害対応で実施する作業はネットワークを構成すること、作業ネットワークを完了させる時間にはばらつきが存在すること、災害対応の発生情報が届く時間間隔は一定でないことを考慮する必要があるが、これら全ての特徴をふまえて時間を推定した研究はこれまで行われていない。

このような背景のなかで、著者はソフトな対策の一環である土砂災害緊急調査のうち、現地調査結果をふまえて、天然ダムの湛水に伴う浸水範囲、天然ダムの決壊時期および天然ダム決壊に伴う氾濫範囲を推定する初動期の調査に着目し、災害対応に要する時間の推定モデルの開発とその適用性について考察した。著者はまず、初動期の調査で行う作業とそれによって生成される情報を分析した結果、初動期の調査が 33 種類の作業と 48 種類の情報からなるネットワークであることを明らかにした。また、そのネットワークからパスを抽出したと

ころ、天然ダムの湛水に伴う浸水範囲の推定に関わるものが 2 種類、天然ダムの決壊時期の推定に関わるものが 18 種類、天然ダム決壊に伴う氾濫範囲の推定に関わるものが 13 種類あることを示した。

これらのパスは全て緊急調査着手の判断・指示に関する作業から始まり、土砂災害緊急情報第 1 号の作成に関する作業で終わる。1 つの天然ダムで対応すべき作業ネットワークを仕事と定義すると、複数の天然ダムが発生した場合、それぞれのパスは同じ個数の仕事を受け取ることになる。この点に着目して、著者はパス毎で実行している仕事の個数を変数として、ある時刻で対応すべき仕事数の確率が一定の処理率と一定の手戻り率で出生死滅過程に則って流れ、またその確率が他のパスの確率と独立で扱えると仮定し、その時間変化を表す多次元移流拡散方程式を誘導した。また、あるパスで作業している仕事の数は他のパスで作業している仕事の数と独立であることから、多次元移流拡散方程式の一般解は時間的に平均値の変化するガウス分布を $-\infty$ から 0 までの区間で定積分した値の直積で表せることを示した。一般解は数値計算で求めることになるが、計算時間がながくなるため、災害対応時でも迅速かつ簡単に求められる簡易式が必要となる。そこで、一般解を近似した簡易式を開発し、推定モデルとするとともに、その誤差を明らかにした。

著者は、推定モデルを国土交通省の複数の事務所が実施した訓練で得られた結果に適用したところ、計算値が訓練で得られた値を概ね再現したことを示した。これは、推定モデルによって緊急調査に要する時間を推定できることを示唆している。

さらに、著者は、処理率と手戻り率を一定として扱える条件を、疲労の観点から作業の継続時間に着目して既往研究による分析を行い、VDT 作業では 4 時間まで、非 VDT 作業では 10 時間までであることを示した。

以上をふまえて、著者は、推定モデルを用いて緊急調査に要する時間を推定することにより、住民への情報提供や避難所開設の開始時刻を推定できるため、それらの段階に割り当てる人員を手配しやすくなり、行政機関が効率的な災害対応をとれると指摘している。

審 査 の 要 旨

本研究は、地球温暖化といった環境の変化による突発的な自然災害に対して、近年の環境や財政の変化をふまえて、行政が時間的にかつ人員的に効率的な防災・危機管理を行えるようにするために、作業を終わらせるために必要な時間を推定する手法を示そうとしたものである。

著者は、土砂災害緊急調査に関する作業とそれにより生成される情報を詳しく分析し、それらのネットワークの構造を解明した。さらに、その結果に基づいて当該調査の初動期の調査を終えるために要する時間を推定する数理モデルを考案し、実際に行った防災訓練の結果に適用して良好な再現結果を得ており、考え方の妥当性を示した。現時点で土砂災害緊急調査を含めたソフトな対策に要する時間を推定する手法が存在しないことをふまえると、本研究成果は土砂災害緊急調査を含めたソフトな対策において担当職員の効率的な配置に有効なツールとなると期待でき、高く評価できる。

平成 29 年 1 月 23 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（環境学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。